

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



27 SEP 2004



(43) 国際公開日  
2003年10月9日 (09.10.2003)

PCT

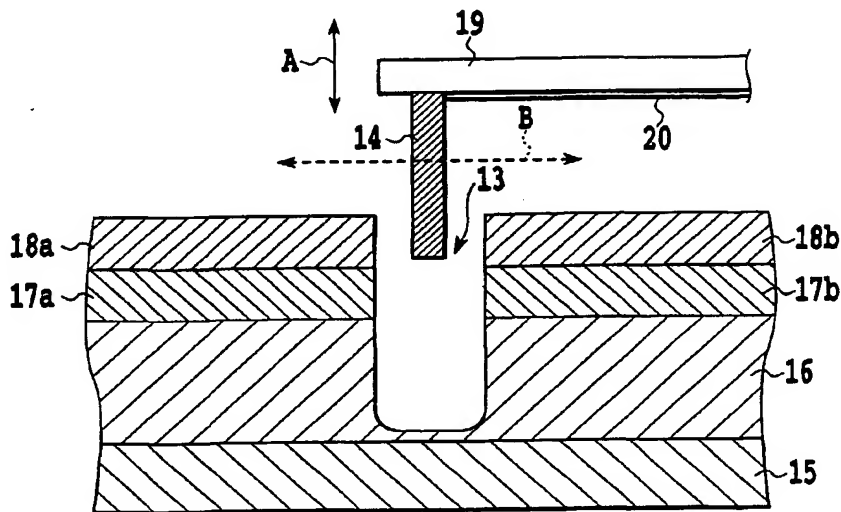
(10) 国際公開番号  
WO 03/083551 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 26/08, 26/02 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 車田 克彦 (KURUMADA, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 玉村 敏昭 (TAMAMURA, Toshiaki) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 金谷 正敏 (KANAYA, Masatoshi) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 西成人 (NISHI, Shigendo) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエレクトロニクス株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 赤川 圭一 (AKAGAWA, Keiichi) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03965
- (22) 国際出願日: 2003年3月28日 (28.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-091406 2002年3月28日 (28.03.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エヌティティエレクトロニクス株式会社 (NTT ELECTRONICS CORPORATION) [JP/JP]; 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 Tokyo (JP). 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: WAVEGUIDE TYPE OPTICAL UNIT AND METHOD FOR DETECTING POSITION

(54) 発明の名称: 導波路型光学装置および位置検出方法



(57) Abstract: An waveguide type optical unit performing monitoring, e.g. detection of relative position between an insertion plate and a groove, detection of abnormal motion of the insertion plate, detection of incorrect stationary position, and the like. The waveguide type optical unit, disposed at the intersection of first and second optical waveguides and having a groove (13) for controlling the optical path of the optical waveguide, comprises an insertion plate (14) disposed to be inserted into the groove (13), means for providing a magnetostatic field where the vector product of the speed vector (A) and the magnetic field vector (B) of the insertion plate (14) is not 0, a cantilever (19) having electric wiring (20) partially including the wiring part (20a) in the direction orthogonal to the speed vector and the magnetic field vector and supporting the insertion plate (14), and means for detecting a current being induced in the electric wiring (20) and detecting relative position of the insertion plate (14) and the groove (13).

[続葉有]



(74) 代理人: 谷 義一 (TANI, Yoshikazu); 〒107-0052 東京都港区 赤坂 2 丁目 6-2 O Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,

AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 挿入板と溝との相対位置検出、挿入板の運動異常検出、静止位置不良検出などのモニタリングを行う。第 1 の光導波路と第 2 の光導波路との交差位置に配置され、光導波路の光路を制御するための溝 (13) を有する導波路型光学装置において、溝 (13) に挿入可能に配置された挿入板 (14) と、挿入板 (14) の速度ベクトル (A) と磁界ベクトル (B) とのベクトル積が 0 でない静磁場を与える手段と、速度ベクトルおよび磁界ベクトルと互いに直交する方向の配線部分 (20a) を一部に含む電気配線 (20) を有し、挿入板 (14) を支持するカンチレバー (19) と、電気配線 (20) に誘導される電流を検出し、挿入板 (14) と溝 (13) との相対位置を検出する手段とを備えた。

## 明 細 書

## 導波路型光学装置および位置検出方法

## 5 技術分野

本発明は、導波路型光学装置および位置検出方法に関し、より詳細には、基板上に配置された光導波路の光路を制御するための溝に挿入可能に配置された挿入板を有する導波路型光学装置および挿入板と溝との相対位置を検出する位置検出方法に関する。

10

## 背景技術

近年、光通信システムにおいて、光路を変換して光信号のスイッチングを行う光スイッチが用いられている。特に、複数の入力と複数出力との間で、光路の切替を行うためのマトリクス型光スイッチの需要が高い。代表的なマトリクス型光スイッチとして、光路間に設けられた溝に、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術で構築された微小ミラーを出し入れすることにより、

15

図1A、1Bに、従来のマトリクス型光スイッチの構成を示す。マトリクス型光スイッチは、入力数を $m$ 、出力数を $n$ とすると、互いに平行な $m$ 本の光導波路と互いに平行な $n$ 本の光導波路とを交差させ、それぞれの交差位置に溝を形成し、交差する光導波路のコア部分を切削している。図1Aは、溝部分を拡大して示した上面図である。コア層とクラッド層とからなる2つの光導波路51、52の交点に溝53が設けられている。

20

図1Bは、図1AのI B - I Bの断面図である。基板55上に光導波路を構成する下部クラッド層56と、コア層57とを順次堆積し、フォトリソグラフィで光導波路51、52を形成する。下部クラッド層56とコア層57とを上部

25

クラッド層 5 8 で覆い、光導波路が完成する。溝 5 3 は、コア層 5 7 と下部クラッド層 5 6 の一部とを削除して設けられている。

溝 5 3 の上部には、先端部に挿入板 5 4 が取り付けられたカンチレバー 5 9 が設置されている。挿入板 5 4 は、溝 5 3 の深さ方向、すなわち光導波路の垂直方向に移動可能なように構成されている。挿入板 5 4 がコア層 5 7 を遮らない場合には、光導波路 5 1、5 2 の各々は透過状態になり、挿入板 5 4 がコア層 5 7 を遮断する場合には、光導波路 5 1、5 2 の各々は遮断状態となる。挿入板 5 4 が反射面を有することにより、遮断状態においては、光導波路 5 1 a から入射した光を光導波路 5 2 a に、または光導波路 5 1 b から入射した光を光導波路 5 2 b に結合することができる。このようにして、 $m \times n$  のマトリクス型光スイッチを構成することができる。

挿入板 5 4 と溝 5 3 との相対位置関係の制御は、カンチレバー 5 9 の駆動によって行われている。典型的な駆動原理としては、バイメタルを用いた温度制御による。例えば、カンチレバー 5 9 に抵抗発熱源となる電気配線を付し、印加電流を変えることで温度制御を行い、バイメタルによる駆動力とカンチレバーに固定されたバネの反発力との釣り合いから位置合わせを行う。また、カンチレバーの自由先端部分を静電気の引力によって固定基板側に引き寄せる方法が、M. Katayama et al "Micromachined 2x2 Optical Switch Array by Stress-Induced Bending", Technical Digest Forth International Topical Meeting on Contemporary Photonic Technologies (CTP 2001), p.27-28, Mc-4, Jan. 15-17, 2001 に記載されている。

従来の駆動原理においては、カンチレバーのバネの反発力を制御するためにバイメタルを加熱する印加電流、反発力に対抗して与える静電気量を定める印加電圧を制御する。しかしながら、挿入板と溝との相対位置関係を検出し、挿入板の静止位置を決めるための情報を得ることができないという問題があった。

従って、カンチレバーのバイメタルとしての機械的特性の変化、挿入板とカ

ンチレバーとの接続支持部分の変形などによって生ずる挿入板と溝との相対位置の経時変化を検出することができず、カンチレバーの折損などによる故障の検出もできないという問題もあった。

## 5 発明の開示

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、挿入板と溝との相対位置検出、挿入板の運動異常検出、静止位置不良検出などのモニタリングを行うことができる導波路光学装置および位置検出方法を提供することにある。

- 10 本発明は、このような目的を達成するために、基板上に配置された第1の光導波路と、この第1の光導波路と交差する第2の光導波路と、第1の光導波路と第2の光導波路との交差位置に配置され、光導波路の光路を制御するための溝とを有する導波路型光学装置において、溝に挿入可能に配置された挿入板と、挿入板の速度ベクトルと磁界ベクトルとのベクトル積が0でない静磁場を与え
- 15 る手段と、速度ベクトルおよび磁界ベクトルと互いに直交する方向の配線部分を一部に含む電気配線を有し、挿入板を支持するカンチレバーと、電気配線に誘導される電流を検出し、挿入板と溝との相対位置を検出する手段とを備えた。

従って、挿入板と溝との相対位置検出、挿入板の運動異常検出、静止位置不良検出などのモニタリングを行うことができる。

- 20 溝には、光導波路の屈折率に整合する屈折率を有する液体を充填することができる。

挿入板は、反射面を有し、溝との相対位置により、第1の光導波路の入力ポートから第1の光導波路の出力ポートに至る光路、ならびに第1の光導波路の入力ポートから第2の光導波路の出力ポートに至る光路の一方を選択することが

25 できる。

電気配線には、挿入板を溝に挿入するために、カンチレバーを駆動するロレ

ンツ力を与える印加電流を流す。

- また、本発明は、基板上に配置された光導波路の光路を制御するための溝に挿入可能に配置された挿入板と溝との相対位置を検出する位置検出方法であつて、挿入板の速度ベクトルと磁界ベクトルとのベクトル積が0でない静磁場を  
5 与え、速度ベクトルおよび磁界ベクトルと互いに直交する方向の配線部分を一部に含む電気配線を有し、挿入板を支持するカンチレバーに、所定の時間だけパルス状の駆動力を加え、電気配線に誘導される電流を検出し、挿入板と溝との相対位置を検出する。

## 10 図面の簡単な説明

図1Aは、従来のマトリクス型光スイッチの構成を示し、溝部分を拡大して示した上面図。

図1Bは、図1AのI B - I Bの断面図。

図2は、本発明の一実施形態にかかる光スイッチの構成を示す断面図。

- 15 図3Aは、本発明の一実施形態にかかる挿入板の駆動機構を示す上面図。

図3Bは、本発明の一実施形態にかかる挿入板の駆動機構を示す下面図。

図4は、他の実施形態にかかる挿入板の駆動機構を示す下面図。

図5は、本発明の一実施形態にかかる駆動機構のシミュレーション結果を示す図。

- 20 図6は、挿入板と溝との相対位置と、粘性抵抗 force および誘導電流との関係を示す図。

図7は、本発明の一実施形態にかかる導波路光学装置における光導波路のスリット部と挿入板近傍の構成を示す断面図。

- 25 図8は、本発明の一実施形態にかかる導波路光学装置の光導波路の構成を示す平面図。

図9は、本発明の一実施形態にかかる導波路光学装置の磁石の形状を示す平

面図。

図 10 は、導波路光学装置の磁石の他の実施例を示す平面図。

発明を実施するための最良の形態

- 5      以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。導波路光学装置の一例として、光スイッチについて説明する。

図 2 に、本発明の一実施形態にかかる光スイッチの構成を示す。基板 15 上に光導波路を構成する下部クラッド層 16 と、コア層 17 とを順次堆積し、フォトリソグラフィで光導波路を形成する。下部クラッド層 16 とコア層 17 とを  
10    上部クラッド層 18 で覆い、光導波路が完成する。溝 13 は、コア層 17 と下部クラッド層 16 の一部とを削除して設けられている。溝 13 の上部には、先端部に挿入板 14 が取り付けられたカンチレバー 19 が設置されている。挿入板 14 は、溝 13 の深さ方向（矢印 A）、すなわち光導波路の垂直方向に移動可能なように構成されている。

- 15      また、溝 13 には、光導波路の屈折率に整合する屈折率を有するマッチングオイルが充填され、挿入板 14 が運動する空間には、静磁場が矢印 B の方向に印加されている。静磁場を与える手段（不図示）としては、基板 15 の裏面に近接して、または上部クラッド層 18 に近接して、例えば、Nd-F e-B 系の組成を有する磁石を設置する。基板 15 は 1 mm 以下の Si 基板であり、非  
20    磁性材料であるから、挿入板 14 が運動する空間に近接磁場を形成することができる。

- 図 3 A、3 B に、本発明の一実施形態にかかる挿入板の駆動機構を示す。図 3 A は上面図であり、図 3 B は下面図である。カンチレバー 19 には挿入板 14 が取り付けられている。挿入板 14 は、図 2 に示した矢印 A の方向に取り付けられていればよく、図 4 に示すように、挿入板 14 の方向は問わない。カン  
25    チレバー 19 の下面には、電気配線 20 が付され、駆動機構の外部に設けられ

た電流計 21 に接続されている。

電気配線 20 は、図 2 に示した静磁場の方向  $B$  と垂直の方向に、一定の長さの配線部分 20a を有している。静磁場は、磁界ベクトル  $B$  と挿入板 14 の速度ベクトル  $v$  とのベクトル積  $B \times v$  が 0 でない系となるように印加される。

- 5 従って、配線部分 20a は、速度ベクトルおよび磁界ベクトルと互いに直交するので、挿入板 14 が、図 2 に示した矢印  $A$  の方向に移動すると、電気配線 20 に誘導電流が流れ、電流計 21 で検出することができる。一定時間  $\Delta t$  の間だけ一定の駆動力  $\Delta f$  をカンチレバー 19 に加えた時の、挿入板 14 の変位  $\Delta x$  は、電流計 21 で検出された電流値に対応する。不図示の検出手段により、
- 10 電流計 21 の電流値に応じて、挿入板と溝との相対位置を検出する。

- なお、配線部分 20a は、速度ベクトルおよび磁界ベクトルと互いに直交するような直線部分としたが、配線部分 20a は、斜めであってもよいし、曲線であってもよい。すなわち、速度ベクトルおよび磁界ベクトルと互いに直交する成分を、一部に含む配線部分であればよい。カンチレバー 19 の駆動力とし
- 15 ては、バイメタルによる力、または静電気力を利用することができる。また、カンチレバー 19 の駆動力として、ロレンツ力を利用することもできる。この場合には、カンチレバー 19 の上面に、別の駆動用電気配線を設置するか、または本実施形態にかかる電気配線 20 を駆動系の配線として使用して、駆動とモニタリングとを時間軸上で使い分けることもできる。

- 20 バイメタルによる力、静電気力、またはロレンツ力を駆動力としてカンチレバー 19 に加えた場合、挿入板 14 に生ずる速度  $v$  は、2つの要因によって決まる。第 1 に、カンチレバー 19 のバネ定数にもとづく反発力、カンチレバー 19 とともに運動するカンチレバー 19 上の電気配線 20 および電極とカンチレバー 19 外に固定された電極との間の電圧印加によって生じる静電気力、カ
- 25 ンチレバー 19 上の電気配線 20 に加える電流と静磁場とによって生じるロレンツ力など、カンチレバーを駆動する様々な方法による駆動力またはそれらを



組み合わせた駆動力である。

第2に挿入板14が溝13に充填されたマッチングオイルから受ける粘性抵抗  
力である。粘性抵抗が大きいほど、挿入板14に生ずる速度 $v$ は小さくなり、  
電流計21で検出される電流値も小さい。粘性抵抗は、挿入板14が溝13に  
5 収まった状態の時に最大となる。

粘性抵抗により、等速運動で挿入板14が移動するとき、挿入板14表面と  
溝13の導波路端面との間隙を $G$ 、マッチングオイルの粘性係数を $\mu$ 、一定時  
間 $\Delta t$ の間だけ駆動力が加わった時の挿入板14の速度を $v$ 、挿入板14の変  
位を $\Delta y$ 、粘性減衰係数を $C$ 、挿入板14の面積を $A$ とする。このとき、挿入  
10 板14が駆動力によって運動する間に受ける粘性抵抗 $F$ とすると、

$$\Delta f = F = C \cdot v = C \cdot \Delta y / \Delta t \quad (1)$$

ここで、

$$C = 2 \mu A / G$$

となる。

15 挿入板14が接するマッチングオイル層の厚さが薄くなると、すなわち間隙  
 $G$ が小さくなると、粘性抵抗 $F$ は強くなる。挿入板14と溝13との相対位  
置関係も粘性抵抗 $F$ に影響する。挿入板14が溝13から完全に離れた透過  
状態では、間隙 $G$ が大きくなり、並行平板に生ずる粘性抵抗成分は、無視でき  
る程度に小さくなる。この場合は、挿入板14とカンチレバー19の形状に依  
20 存する成分となる。この成分は、球体に対する粘性抵抗（ストークス則）に基  
づいた値となって、挿入板14が溝13内部にある時の粘性抵抗と比較して小  
さな値となる。

一定時間 $\Delta t$ の間だけ一定の駆動力 $\Delta f$ をカンチレバー19に加えたとき、  
式(1)の左辺は一定であるから、間隙 $G$ が小さいほど挿入板14の速度 $v$ が  
25 小さく、すなわち変位 $\Delta x$ も小さいことがわかる。挿入板14とカンチレバー  
19が動くと配線部分20aが静磁場を横切るので、フレミングの法則により、

挿入板 14 の速度  $v$  に比例した誘導電流が、電気配線 20 に流れる。従って、電流計 21 で検出する誘導電流は、間隙  $G$  の大小と対応した値となる。

上述した原理に基づいて、カンチレバー 19 に対して、わずかな時間だけパルス状の駆動力を加え、その際、誘起される電流を検出することにより、挿入  
5 板 14 と溝 13 との相対位置関係を検出することができる。

図 5 に、本発明の一実施形態にかかる駆動機構のシミュレーション結果を示す。横軸は、カンチレバー 19 のバネの弾性力を開放した瞬間から経過した時間を示し、縦軸は、挿入板 14 の移動距離を示す。カンチレバー 19 は、 $\text{SiNx}/\text{Al}$  の層構成で、厚さはそれぞれ  $0.25\mu\text{m}/0.25\mu\text{m}$ 、幅 10  
10  $0\mu\text{m}$ 、長さ  $600\mu\text{m}$  である。マッシングオイルの動粘性率は  $1\text{cmStokes}$  である。

図 5 は、カンチレバー 19 の自由端を  $100\mu\text{m}$  の距離まで引き上げ、バネ弾性による戻りの運動過程を示している。時間軸上  $0\sim 1$  ミリ秒までの初期過程を見ると、間隙  $G$  が  $5\mu\text{m}$  と  $1\mu\text{m}$  の場合で、運動速度が 5 倍以上異なるこ  
15 とがわかる。換言すれば、電流計 21 で検出した誘導電流が、5 倍以上異なることがわかる。

図 6 は、挿入板と溝との相対位置と、粘性抵抗および誘導電流との関係を示す図である。式 (1) によれば、挿入板 14 が溝 13 の内壁の影響を受けた粘性抵抗は、挿入板 14 と溝 13 との位置関係により、3 つの領域に分かれる。  
20 領域 I は、挿入板 14 が溝 13 内部に完全に埋没した状態であり、挿入板 14 が受ける粘性抵抗は一定となる。領域 II は、挿入板 14 の上方の一部が溝 13 から外に出た状態であり、粘性抵抗は挿入板 14 と溝 13 との相対位置に反比例する。領域 III は、挿入板 14 が溝 13 から離れた状態であり、粘性抵抗は一定となる。

25 カンチレバー 19 に対して、わずかな時間だけパルス状の駆動力を加えると、挿入板 14 に生ずる運動速度の違いが、誘起される電流の違いとなって検出さ

れる。このようなパルス状の駆動力は、印加時間を短くすることにより、挿入板 14 の動作状態に擾乱を与えない程度の微弱なものとする必要がある。従って、電流計 21 の感度を向上し、電気配線 20 を含むインピーダンスを低減する必要がある。このようにして、挿入板 14 の動作状態に擾乱を与えずにモニタリングすることができる。

導波路光学装置において、静磁場を与える磁石の形状を最適化し、光導波路の効率的な配置と光導波路チップの面積を縮小することができる。

図 7 に、本発明の一実施形態にかかる導波路光学装置における光導波路のスリット部と挿入板近傍の構成を示す。光導波路の支持基板 62 上に光導波路 61 が形成されている。この光導波路 61 の上には、挿入板駆動機構 (MEMS) を収容する領域である MEMS 収容域 63 を備える MEMS 支持基板 64 と、磁石 65 とが配置されている。磁石 65 は、光導波路 61 上への垂直方向からの投影像が、光導波路 61 の面内に収まる大きさと形状とを有する。磁石 65 の素材として好適には、Nd-Fe-B 系の組成を持つ磁石が用いられるが、これに限定されるものではない。

光導波路 61 と入力側および出力側ファイバ 66、67 との図面内の上下方向での位置合わせについて説明する。入力側および出力側ファイバ 66、67 は、ファイバコア 68 とファイバクラッド層 69 とを有する。そこで、光信号の入力側ファイバ 66 と出力側ファイバ 67 のファイバコア 68 の中心を、光導波路 61 内のコア端面に高精度に位置合わせした後に、機械的に固定して導波路光学装置とする。

図 8 に、本発明の一実施形態にかかる導波路光学装置の光導波路の構成を示す。光導波路 32 は、矩形の光導波路の支持基体 31 の上に設けられており、各々が異なる役割を担う 5 つの導波路領域から構成されている。領域 1 (33) は、任意の数の光信号を入力する光ファイバとの接続端面を含む領域である。領域 4 (36) は、領域 1 (33) から入力されスリット部 S 内を透過して直

進してきた光信号を出力する光ファイバとの接続端面を含む領域である。領域 3 (35) は、領域 1 (33) から入力されスリット部 S 内で反射された光信号を出力する光ファイバとの接続端面を含む領域である。領域 5 (37) は、光導波路と光ファイバとの接続端面を含まない領域である。

- 5      これらの領域に囲まれた矩形の領域 2 (34) には、スリット部 S が設けられている。スリット部 S には、磁場により駆動される挿入板 M の拔差しが行なわれて、信号光の進路制御がなされる。従って、領域 2 (34) には、挿入板 M が運動したときに、カンチレバー上の電流路に電流を誘起させる静磁場 B が与えられる。
- 10      図 8 には、入力側の領域 1 (33) 内の代表的な光導波路の状態を、入力光である光ビーム  $I_1$  と  $I_2$  で例示している。光ビーム  $I_1$  の場合には、挿入板 M がスリット部 S 内にあるために、入力ビーム  $I_1$  は挿入板 M で反射され、反射出力側の領域 3 (35) に属する反射光 R を出力する。一方、光ビーム  $I_2$  の場合には、スリット部 S 内に挿入板 M が無い。従って、光ビーム  $I_2$  は、ス
- 15      リット部 S 内を透過直進して出力側の領域 4 (36) に透過光 T が出力される。
- 駆動板 M の運動によって誘起される電流は、静磁場 B の方向と、図 8 のように上方向からみたスリットの断面に平行な面（あるいは挿入板のスリット内とその近傍に挿入板がつくる運動軌跡面）との成す角度が直角の場合に、最も効率が
- 20      高い。従って、磁場 B の方向が、図 8 中の点線で示す矢印方向となるように磁石 t が配置される。なお、挿入板 M は、図示しないカンチレバーに固定接続され、挿入板 M とカンチレバーとが連動して駆動される。この駆動は、図示しない駆動機構によるバイメタルによる力、静電気力、またはローレンツ力が利用される。

    図 9 に、本発明の一実施形態にかかる導波路光学装置の磁石の形状を示す。

- 25      図 8 に示した光導波路に重ね合わせて示した。上述した領域 1 (33)、領域 4 (36)、領域 3 (35)、領域 5 (37)、およびこれらの領域に囲まれ

た領域 2 (34) には、挿入板 M が運動したときに、カンチレバー上の電流路に電流を誘起させるための静磁場が必要であり、この静磁場 B を発生させる磁石 38 が設けられている。磁石 38 は、矩形の 4 隅 (a, b, c, d) を切欠いた 8 角形の形状を有し、光導波路 32 上への垂直方向からの投影像が、光導波路 32 の領域内に収まる大きさや形状とを有している。これにより、領域 2 (34) 全域の磁場強度が均一となるとともに、光導波路 32 の全体の面積も小さくすることができる。

図 10 に、導波路光学装置の磁石の他の実施例を示す。この実施例では、領域 2 (34) の全域を覆う磁石 38 が配置されている。磁石 38 は、光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が、磁石により生じる磁界方向 (この図の場合には、挿入板に直交する方向) と直交しないように配置されている。磁石 38 の形状は、領域 2 (34) を覆う最小限の面積の矩形である。磁石 38 の形状をこのようにすることにより、領域 2 (34) 全域の磁場強度が均一となるとともに、光導波路 32 の全体面積を必要最小限にすることができる。なお、図 10 に示した例では、磁石 38 の形状を、最も単純で作製が容易な矩形としたが、これに限定されるものではなく、磁界の向きが挿入板に直交し、磁石の端面がスリット部を覆う形状であれば良く、例えば菱形等であってもよい。

以上説明したように、静磁場を与える磁石の形状を最適化したので、光導波路の効率的な配置や光導波路チップの面積を縮小することができる低コストの導波路光学装置を提供することが可能となる。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、挿入板と溝との相対位置検出、挿入板の運動異常検出、静止位置不良検出などのモニタリングを行うことができる導波路光学装置を提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 基板上に配置された第1の光導波路と、前記基板上に配置され前記第1の光導波路と交差する第2の光導波路と、前記第1の光導波路と前記第2の光導波路との交差位置に配置され、前記光導波路の光路を制御するための溝とを有する導波路型光学装置において、

前記溝に挿入可能に配置された挿入板と、

前記挿入板の速度ベクトルと磁界ベクトルとのベクトル積が0でない静磁場を与える手段と、

10 前記速度ベクトルおよび前記磁界ベクトルと互いに直交する方向の配線部分を一部に含む電気配線を有し、前記挿入板を支持するカンチレバーと、

前記電気配線に誘導される電流を検出し、前記挿入板と前記溝との相対位置を検出する手段と

を備えたことを特徴とする導波路型光学装置。

15

2. 前記溝は、前記光導波路の屈折率に整合する屈折率を有する液体が充填されていることを特徴とする請求項1に記載の導波路型光学装置。

3. 前記挿入板は反射面を有し、前記溝との相対位置により、前記第1の光導波路の入力ポートから該第1の光導波路の出力ポートに至る光路、ならびに前記第1の光導波路の入力ポートから前記第2の光導波路の出力ポートに至る光路の一方を選択することを特徴とする請求項1に記載の導波路型光学装置。

4. 前記電気配線は、前記挿入板を前記溝に挿入するために、前記カンチレバーを駆動するロレンツ力を与える印加電流を流すことを特徴とする請求項1に記載の導波路型光学装置。

25

5. 前記静磁場を与える手段は、前記光導波路上への垂直方向からの投影像が前記光導波路面内に収まる大きさと形状とを有する板状の磁石を含むことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の導波路型光学装置。

5

6. 前記静磁場を与える手段は、板状の磁石を含み、該磁石は、前記光導波路上へ垂直方向から投影した輪郭の直線部分の伸長方向が、前記磁石により生じる磁界方向と直交しないように配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の導波路型光学装置。

10

7. 基板上に配置された光導波路の光路を制御するための溝に挿入可能に配置された挿入板と前記溝との相対位置を検出する位置検出方法であって、

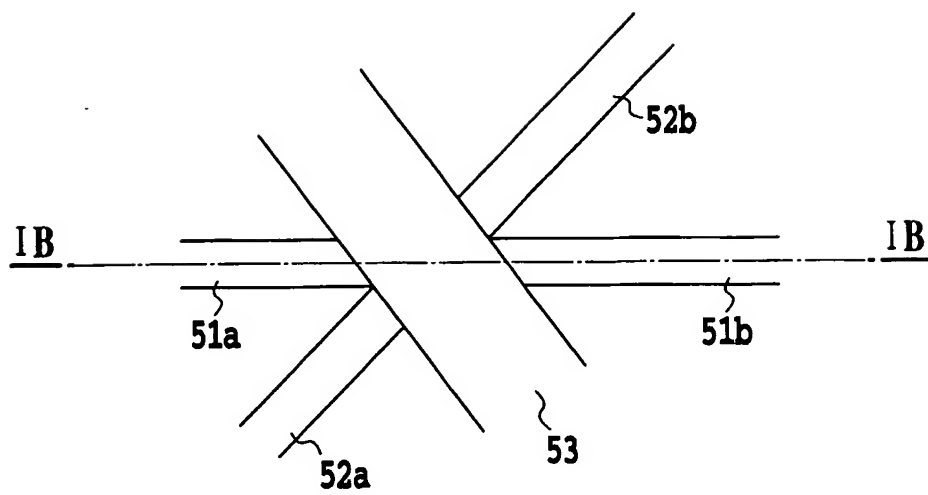
前記挿入板の速度ベクトルと磁界ベクトルとのベクトル積が 0 でない静磁場を与え、

15

前記速度ベクトルおよび前記磁界ベクトルと互いに直交する方向の配線部分を一部に含む電気配線を有し、前記挿入板を支持するカンチレバーに、所定の時間だけパルス状の駆動力を加え、

前記電気配線に誘導される電流を検出し、

前記挿入板と前記溝との相対位置を検出することを特徴とする位置検出方法。

**FIG.1A**



2/11

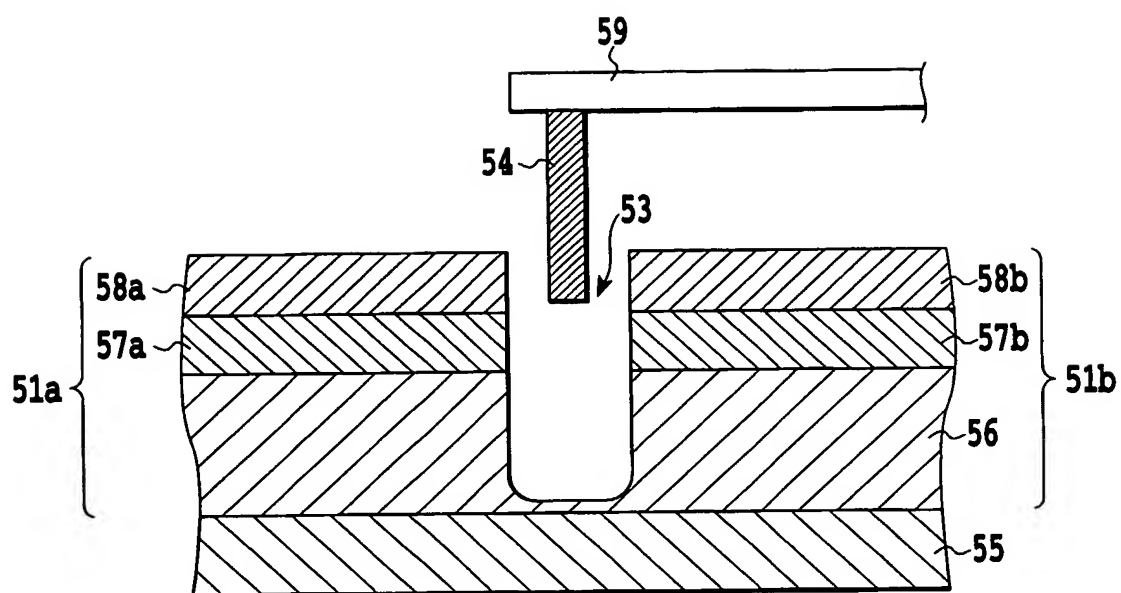


FIG.1B

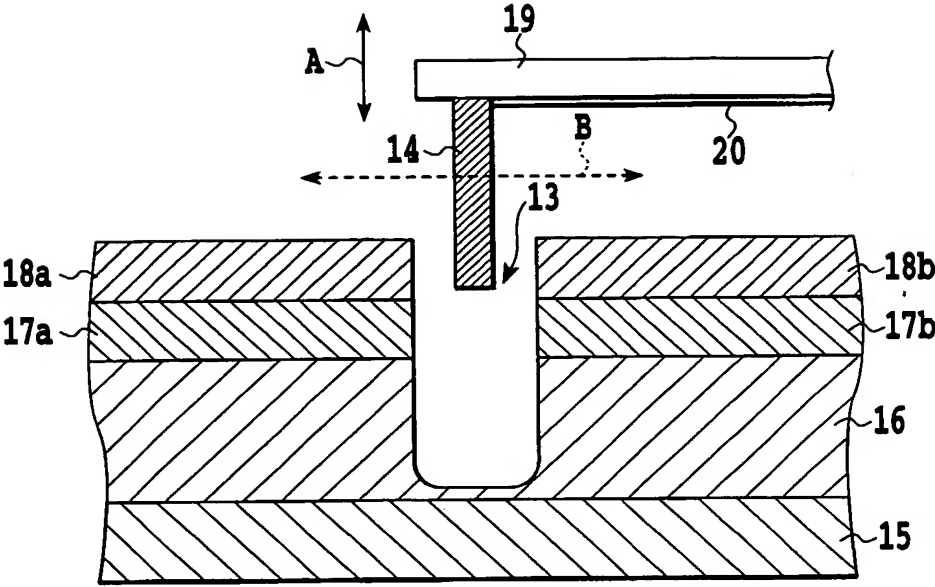


FIG.2

4/11

FIG.3A

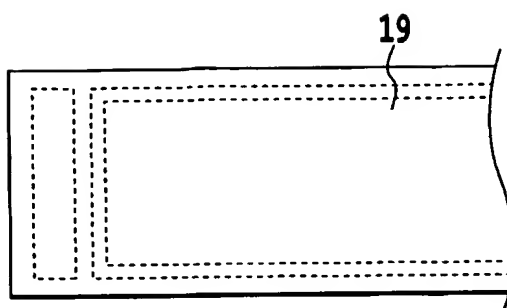
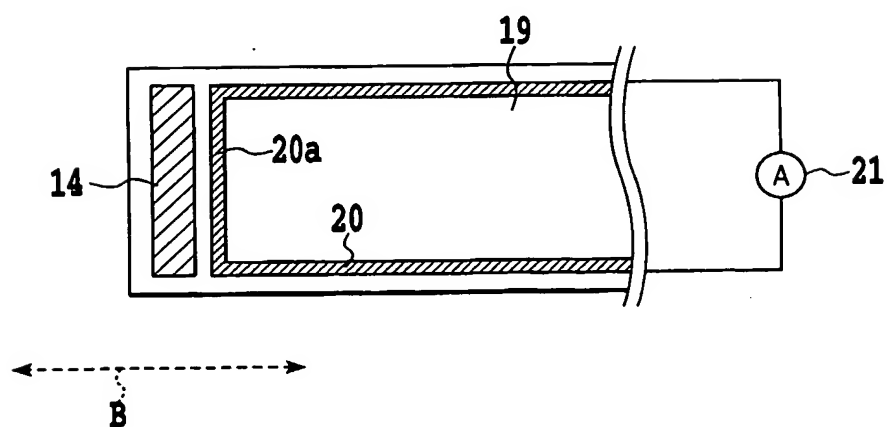


FIG.3B



5/11

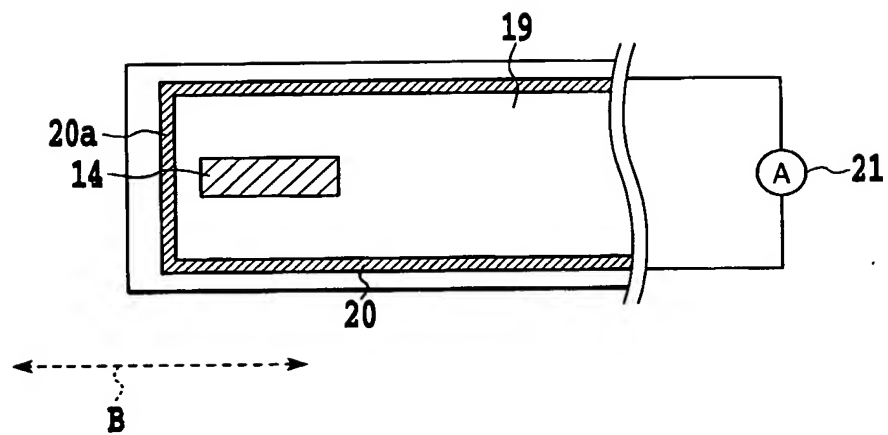


FIG.4

6/11

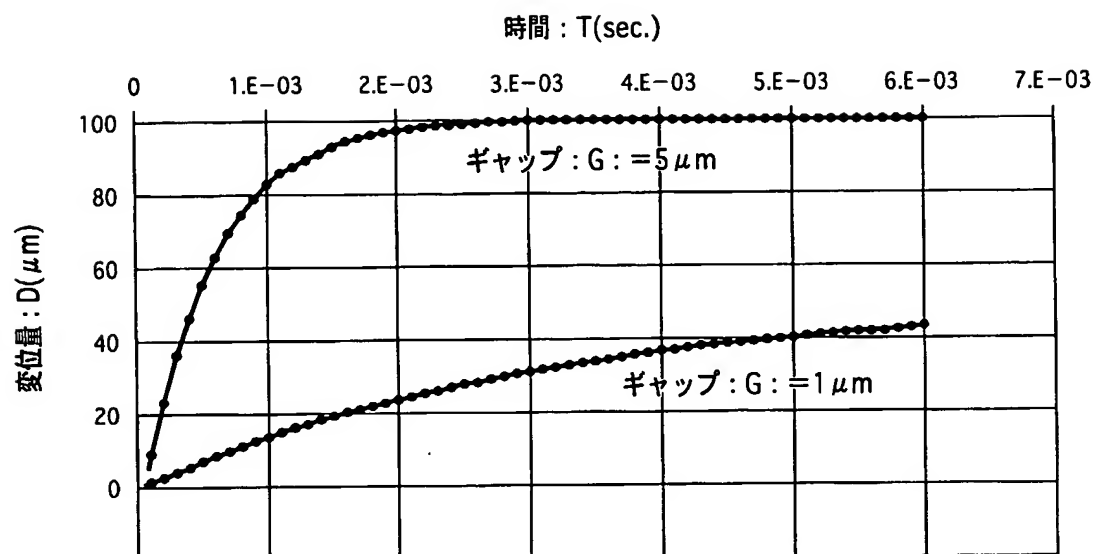


FIG.5

7/11

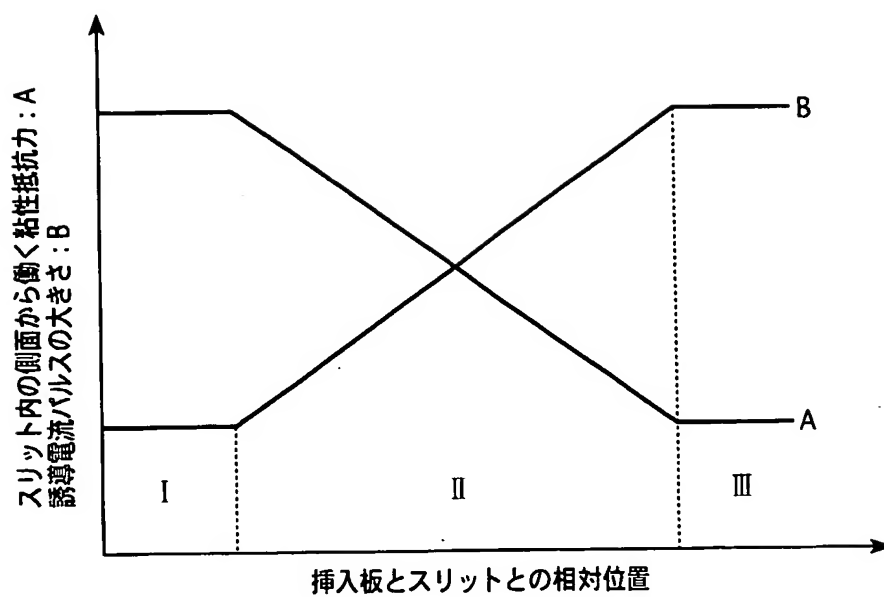


FIG.6

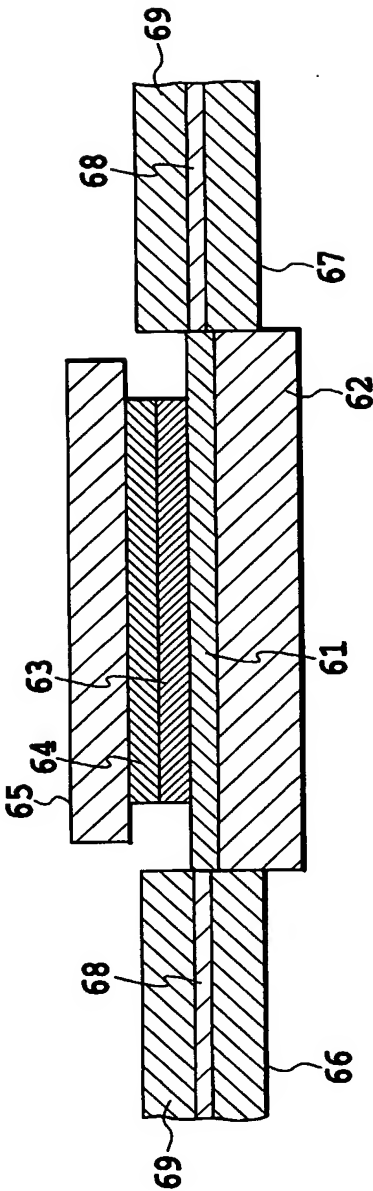


FIG.7

9/11

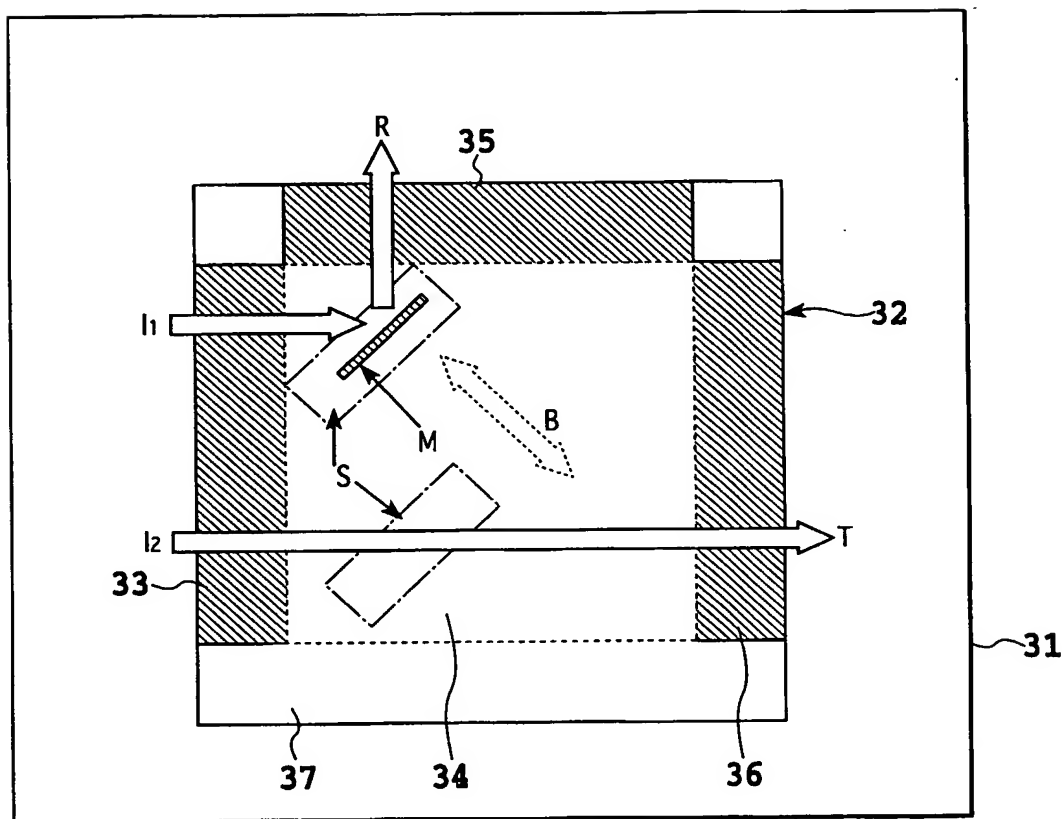


FIG. 8



10/11

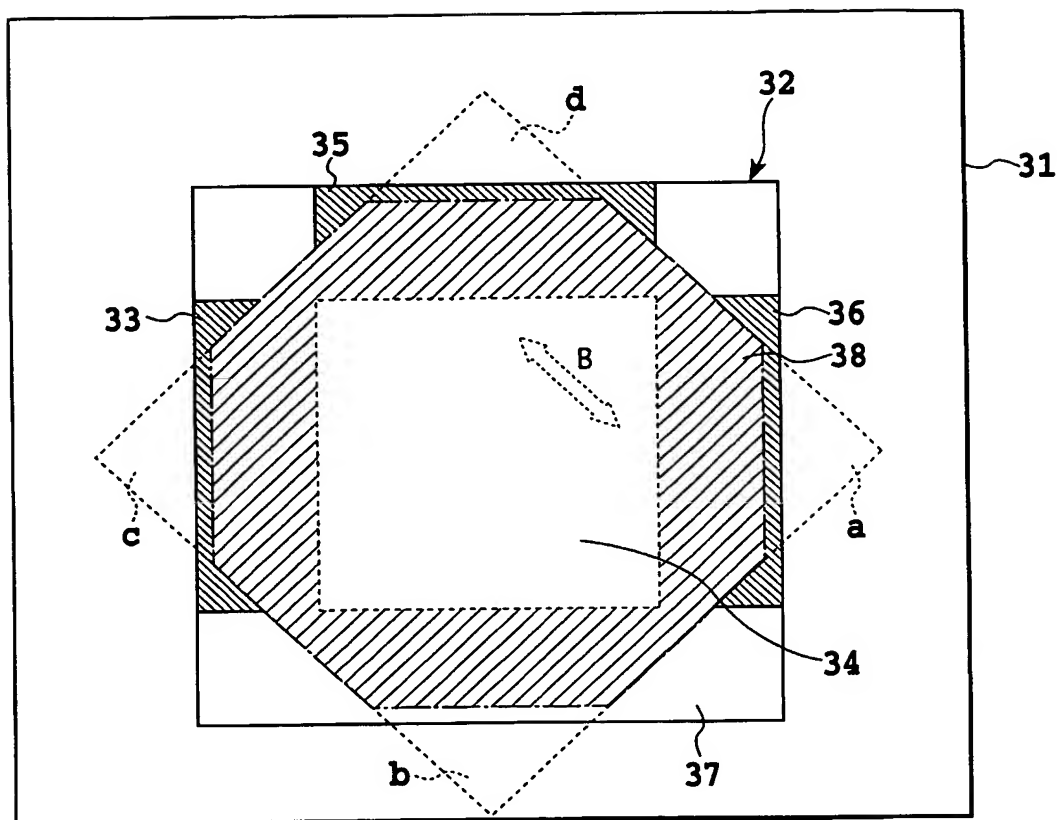


FIG. 9

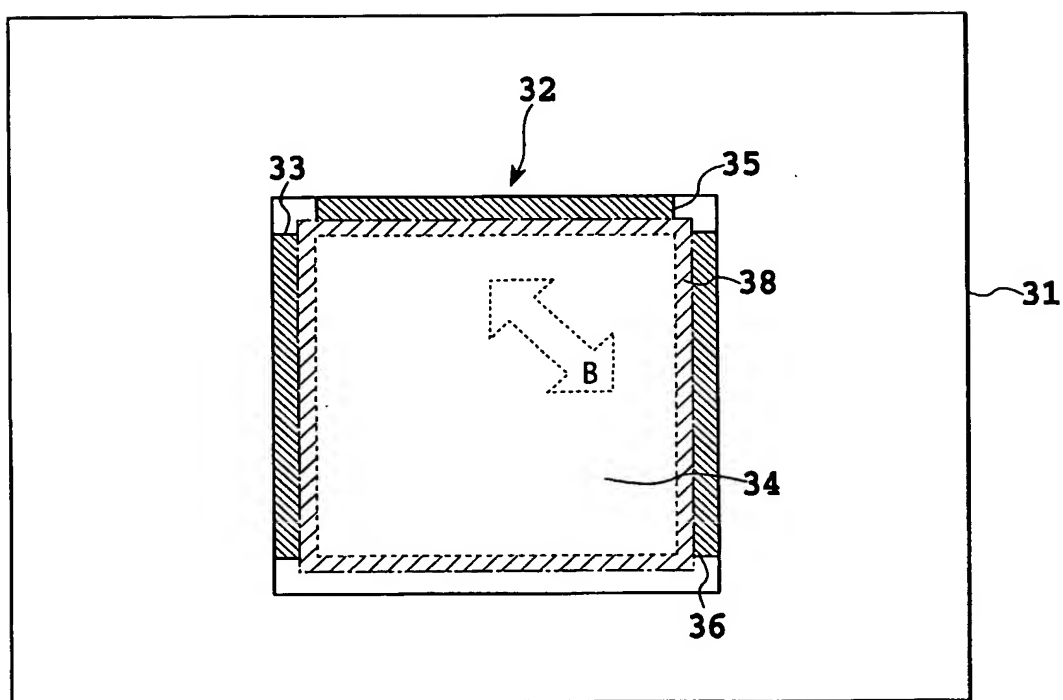


FIG.10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/03965

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.<sup>7</sup> G02B26/08, G02B26/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.<sup>7</sup> G02B26/08, G02B26/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-296484 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 October, 2001 (26.10.01), (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
24 June, 2003 (24.06.03)Date of mailing of the international search report  
08 July, 2003 (08.07.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B26/08, G02B26/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B26/08, G02B26/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公案	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

INSPEC

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-296484 A (三菱電機株式会社) 2001. 10. 26, (ファミリーなし)	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 06. 03

国際調査報告の発送日

08.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田部 元史

2X

8708

電話番号 03-3581-1101 内線 3293